

DE2124465

Publication Title:

THERMOELECTRIC GENERATOR

Abstract:

Abstract not available for DE2124465 Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

Courtesy of <http://v3.espacenet.com>

Discloses a thermoelectric generator for supplying current for heat pacemakers is disclosed. The thermoelectric generator has a radioactive heat source and a plurality of thermocouple elements formed using microfilm technology. The container of the isotope heat source is arranged between two thermocouple units having thin-film thermocouple elements. The thermocouple elements are evaporated onto a foil of plastic which is coiled up to form a hollow cylinder. The container is configured as a body of the rotational symmetry and is fixed between the ends of the thermocouple units. The thermoelectric generator affords the advantages of low structural height and high efficiency.

51

Int. Cl.:

H 01 v, 1/02

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES PATENTAMT



52

Deutsche Kl.:

g 21-30
21 b, 27/02

10

11

Offenlegungsschrift 2124 465

21

Aktenzeichen: P 21 24 465.5

22

Anmeldetag: 17. Mai 1971

43

Offenlegungstag: 30. November 1972

Ausstellungspriorität: —

30

Unionspriorität

32

Datum: —

33

Land: —

31

Aktenzeichen: —

54

Bezeichnung: Thermogenerator

61

Zusatz zu: —

62

Ausscheidung aus: —

72

Anmelder: Siemens AG, 1000 Berlin und 8000 München

Vertreter gem. § 16 PatG: —

72

Als Erfinder benannt: Falkenberg, Dieter, 8520 Erlangen; Renner, Theodor, Dipl.-Chem.,
8500 Nürnberg; Rittmayer, Gerhard, Dr., 8520 Erlangen;
Winkler, Josef, 8500 Nürnberg

vgl. Ber. - L. 47/73

SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT
Berlin und München

Erlangen, 14.5.1971
Werner-von-Siemens-Str.50

Unser Zeichen:

VPA 71/7540 Kin/Rd

Thermogenerator

Die Erfindung bezieht sich auf einen Thermogenerator mit mehreren Thermoelementen, deren abwechselnd p- und n-leitende Schenkel zwischen dem Behälter einer radioaktiven Wärmequelle und einem kalten Wärmeaustauscher angeordnet sind.

Aus der deutschen Offenlegungsschrift 1539 313 ist ein thermoelektrischer Generator mit einer Vielzahl von Thermoelementen bekannt, deren heiße Lötstellen mit dem Behälter einer radioaktiven Wärmequelle in Verbindung stehen. Die Schenkel der einzelnen Thermoelemente sind in Drahtform gestaltet und die Drähte sind zu einem Gewebe geflochten. Die radioaktive Wärmequelle ist in einem Gehäuse angeordnet, das die Form eines langgestreckten dünnen Zylinders hat, von dessen Mantelfläche die Wärme im wesentlichen abgestrahlt wird. Es können auch mehrere zylinderförmige Behälter in einem gemeinsamen Gehäuse parallel nebeneinander angeordnet sein. Die als Drahtgeflecht ausgebildeten Thermoelemente sind um die Wärmequelle derart herumgewickelt, daß die heißen Lötstellen innerhalb und die kalten Lötstellen außerhalb des Wikkels liegen. In dieser Ausführungsform sind metallische Thermoelemente vorgesehen, die bekanntlich einen schlechten Wirkungsgrad haben. Da die Wärme im wesentlichen senkrecht zur Mantelfläche des zylinderförmigen Gehäuses abgestrahlt wird und die gewickelten Elemente dazu etwa einen konzentrischen Zylinder bilden, strömt ein wesentlicher Teil der Wärme quer zur Richtung der Schenkel und wird damit zur Stromerzeugung nicht ausgenutzt. Außerdem ist der Aufbau dieses Thermogenerators verhältnismäßig kompliziert.

Aus der deutschen Auslegeschrift 1539 274 ist ein

Thermogenerator bekannt, der aus einer Summe von einzelnen Baueinheiten besteht. Jede Einheit enthält eine etwa würfelförmige Wärmequelle, auf deren vier Flachseiten jeweils ein Schenkel eines Thermoelements derart angeordnet ist, daß diese Schenkel in einer Ebene liegen. Man erhält somit eine verhältnismäßig flache Baueinheit, von der jeweils eine größere Anzahl mit ihren Flachseiten aneinandergelegt und miteinander verschraubt werden. Dieser Thermogenerator hat somit ein verhältnismäßig großes Volumen.

Aus der schweizerischen Patentschrift 502 677 ist ein Thermogenerator mit einer radioaktiven Wärmequelle bekannt, die in einem würfelförmigen Gehäuse angeordnet ist. Die Thermoelemente mit Schenkeln, die vorzugsweise aus Wismutselenid Bi_2Se_3 bestehen können, sind auf allen sechs Seiten des Würfels angeordnet. Sie können durch Aufdampfen der leitenden Schicht auf einen isolierenden Körper, z.B. Glas, hergestellt werden. Die Elemente können auch in Mikrofilstechnik miniaturisiert ausgebildet sein. Wenn aber die Thermoelemente als tragende Bauelemente zwischen Heiß- und Kaltseite ausgebildet sein sollen, so müssen die Schenkel selbst verhältnismäßig dick sein, damit sie mechanisch stabil sind.

In der schweizerischen Patentschrift 413 018 ist auch bereits vorgeschlagen worden, die Thermoelemente auf einen in besonderer Weise gestalteten streifenförmigen flexiblen Kunststoffilm aufzubringen und den Streifen zusammen mit einer elektrisch isolierenden Zwischenlage zu einem Hohlzylinder aufzuwickeln.

Aus dem Prospekt "Die thermoelektrischen Mikrogeneratoren ALCATEL" der Firma ALCATEL, Paris, ist eine Ausführungsform eines Thermogenerators für einen Herzschrittmacher bekannt, dessen scheibenförmige radioaktive Wärmequelle in einem zylinderförmigen Gehäuse angeordnet ist. Zwischen der Bodenfläche des Zylinders und einer Grundplatte ist ein etwa quaderförmiger thermoelektrischer Modul mit Thermoelementen

- 3 -

aus Wismut-Tellurid angeordnet. Als Wärmequelle dient etwa 150 mg Plutonium in Form einer Plutonium-Legierung, die von einem doppelwandigen Behälter aus Tantal und Platin umgeben ist. Der zylinderförmige Behälter enthält neben dem Plutonium noch einen freien Raum, in dem sich das beim Spaltprozeß entstehende Helium sammelt. Damit wird ein zu großer Druckanstieg im Behälter vermieden. Der thermoelektrische Modul ist mit der Heißeite seiner Schenkel an dem Gehäuse der Wärmequelle festgeklebt. Als Kaltseite des Thermogenerators dient ein Metallmantel, der zugleich die Wärmeabführung übernimmt und einen Schutz des gesamten Generators darstellt. In dieser Ausführungsform wird im wesentlichen nur die Boden- bzw. Deckfläche des zylinderförmigen Isotopengehäuses zur Wärmeabführung über den Thermogenerator ausgenutzt. Die von den übrigen Oberflächenteilen des verhältnismäßig langgestreckten Zylinders abgestrahlte Wärme kann zur Energieumwandlung durch den Generator nicht ausgenutzt werden.

Der Erfindung liegt nun die Aufgabe zu Grunde, diese bekannte Ausführungsform eines Radioisotopen-Generators zu verbessern. Sie beruht auf der Erkenntnis, daß mit einer besonderen Anordnung des Gehäuses der Wärmequelle in Verbindung mit einer an sich bekannten Gestaltung der Thermoelemente eine wesentlich bessere Ausnutzung der erzeugten Wärme und damit eine entsprechende Verbesserung des Wirkungsgrades der gesamten Anordnung möglich ist.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß zwei Thermoelement-Einheiten mit Dünnschicht-Thermoelementen vorgesehen sind, die mit einer bandförmigen elektrisch isolierenden Zwischenlage jeweils zu einem Hohlzylinder aufgewickelt sind, deren die Heißeiten der Thermoelemente enthaltende Enden den Behälter der Wärmequelle fixieren. Wenigstens einer der beiden Schenkel jedes der Thermoelemente kann vorzugsweise aus Halbleitermaterial bestehen und direkt auf die isolierende Zwischenlage aufgebracht, insbesondere aufgedampft sein, die dann als Träger für die Elemente dient und

- 4 -

- 4 -

zugleich die notwendige mechanische Stabilität übernimmt. Die Brücken der Elemente können aus Metall, insbesondere wenigstens teilweise aus Silber, oder auch aus Halbleitermaterial bestehen. Jeweils das Ende der gewickelten Thermogenerator-Einheiten, an dem sich die Heißeite der Elemente befindet, wird auf die Oberfläche des Behälters der Wärmequelle mit gutem thermischem Kontakt aufgesetzt. Diese Enden und die Oberfläche des Behälters sind in Verbindung mit der Erfindung so gestaltet, daß der Behälter in seiner zentralen Lage zwischen den Thermoelement-Einheiten gehalten wird und zugleich eine gute Wärmeabführung vom Behälter über die Elemente zum kalten Wärmeaustauscher gesichert ist.

Zur Lösung der genannten Aufgabe kann der Behälter der Wärmequelle als Rotationskörper gestaltet sein, dessen Oberfläche im wesentlichen von der gegen die Rotationsachse geneigten Boden- und Deckfläche gebildet wird, auf denen jeweils das entsprechend geformte Ende einer der beiden Thermoelementeinheiten aufliegt. Der Behälter ist dann zwischen diesen Enden eingeklemmt.

Ferner kann der Behälter mit wenigstens einem ringförmigen Flansch versehen sein, auf dessen flacher Boden- und Deckfläche jeweils ein Ende der Thermoelement-Einheiten aufgesetzt ist. Der innere Durchmesser der Einheiten wird dann so gewählt, daß der Behälter von ihnen eingeschlossen wird. Falls der Behälter aus gleichen Teilen besteht, kann auch jedes dieser Teile mit einem Flansch versehen sein. Der von dem Flansch umgebene Behälterteil kann zweckmäßig die Form einer Kugelkalotte haben. Ferner kann der Behälter auch die Form von zwei Kegeln oder Kegelstümpfen mit gemeinsamer Grundfläche haben. Die Deckflächen der Kegelstümpfe können außerdem noch als Kugelkalotten gestaltet sein. Die von dem Ende der Thermoelement-Einheiten nicht bedeckten Oberflächen-teile des Behälters sind von einem Wärmedämmstoff eingehüllt, der hier eine Wärmeabführung weitgehend verhindert.

- 5 -

Jeweils auf die Boden- und Deckfläche des Behälters ist die heiße Seite einer Thermoelement-Einheit aufgesetzt, deren Elemente vorzugsweise auf eine biegsame Folie aus einem elektrisch isolierenden Material aufgebracht, insbesondere aufgedampft sein können. Wenigstens einer der Schenkel jedes der Thermoelemente kann vorzugsweise aus Halbleitermaterial bestehen. Der n-leitende Schenkel kann beispielsweise aus Indiumantimonid InSb bestehen. Die aufgedampften Materialien können zweckmäßig nach dem Aufdampfen getempert werden. Es kann auch nur einer der beiden Schenkel, beispielsweise der p-leitende Schenkel, aus Halbleitermaterial, insbesondere Zinkantimonid ZnSb , und der n-leitende Schenkel aus einem anderen Material, beispielsweise Wismut oder einer wismuthaltigen Verbindung, vorzugsweise einer Wismuttellurid-Legierung, bestehen.

Bei diesen Materialien erhält man durch das anschließende Tempern nach dem Aufdampfen eine Strukturänderung, die eine wesentliche Verbesserung der thermoelektrischen Eigenschaften bewirkt. Der mit den Dünnschicht-Elementen versehene Träger wird dann zu einem Hohlzylinder aufgewickelt, dessen Außendurchmesser etwa gleich dem Durchmesser des Außenrandes des Isotopenbehälters bzw. gleich dem Außendurchmesser des Gehäuseflansches ist. Jeweils die Heißeiten der hohlzylinderförmigen Generatorteile werden auf den Boden- bzw. Deckelrand des Behälters aufgesetzt. Die gegenüberliegende Kaltseite der Elemente steht in thermischem Kontakt mit einem Wärmeaustauscher, der wenigstens teilweise aus Metall, beispielsweise rostfreiem Stahl, bestehen kann. Man kann diese als Kaltseite dienenden, beispielsweise scheibenförmigen Boden- und Deckflächen der gesamten Anordnung auch aus versilbertem oder vergoldetem Kupfer herstellen. Die Wahl dieses Materials ist nicht kritisch. Es muß lediglich sowohl wärmeleitend als auch elektrisch leitend sein, weil es die von der Wärmequelle über die Thermoelementschenkel und die auf das wärmeisolierende Füllmaterial abgestrahlte Wärme nach außen abführen muß. An diese Boden- und Deckfläche ist

außerdem jeweils ein Ende der elektrischen Reihenschaltung der Schenkel des Thermogenerators angeschlossen, das andere Ende wird elektrisch isoliert am besten aus der Seitenfläche oder auch aus dem Boden oder der Deckfläche des Thermogenerators herausgeführt. Die Metallplatten bilden somit den einen Pol des Thermogenerators und die herausgeführte elektrische Leitung den anderen Pol. Boden- und Deckplatte können auch elektrisch leitend und wärmeleitend miteinander verbunden sein. Das gesamte Gehäuse bildet dann den einen Pol des Thermogenerators.

Zur weiteren Erläuterung der Erfindung wird auf die Zeichnung Bezug genommen, in der zwei Ausführungsbeispiele von Thermogeneratoren nach der Erfindung schematisch veranschaulicht sind. Die Fig. 1 und 2 zeigen jeweils einen Schnitt durch einen Thermogenerator nach der Erfindung. In Fig. 2 ist eine perspektivische, zum Teil aufgeschnittene Darstellung des Generators veranschaulicht.

Nach Fig. 1 ist ein als Wärmequelle dienender radioaktiver Wärmestrahler 2, vorzugsweise Plutonium 238, in einem doppelwandigen Behälter mit zwei gleichen äußeren Gehäuseteilen 4, beispielsweise aus Platin, und zwei inneren Gehäuseteilen 5, beispielsweise aus Tantal, angeordnet, die im wesentlichen kegelförmig gestaltet sein sollen und den Strahler 2 einklemmen. Die Spitzen der Kegel 4, 5 werden in der Praxis etwas abgerundet sein. Dann können die beiden Gehäuseteile einfach in einem Preßvorgang hergestellt werden. Auf den Boden- und Deckelteil 4 ist jeweils ein entsprechend gestaltetes Ende einer der aufgewickelten Thermoelement-Einheiten 7 bzw. 8 aufgesetzt. Die anderen Enden der Thermoelement-Einheiten 7 und 8 stehen über Vorsprünge 9 mit kalten Wärmeaustauschern 11 bzw. 12 in Verbindung, die den Deckel bzw. Boden der gesamten Anordnung bilden und aus elektrisch leitendem und wärmeleitendem Material, beispielsweise wenigstens teilweise aus Metall, vorzugsweise rostfreiem Stahl, bestehen können.

- 7 -

Ist der Thermogenerator zur Stromversorgung eines Herzschrittmachers vorgesehen, so bestehen die kalten Wärmeaustauscher 11 und 12 aus einem mit dem menschlichen Körpergewebe verträglichen Material, beispielsweise aus Stahl oder einer Stahl- Aluminiumlegierung. Der seitliche zylinderförmige Gehäuseteil ist mit 14 bezeichnet. Ferner sind elektrische Verbindungsleiter 16 und 17 zwischen jeweils dem einen Ende der Reihenschaltung der Thermoelemente und der Boden- bzw. Deckfläche der Anordnung angedeutet. Die den anderen Pol des Generators bildenden elektrischen Anschlußleiter 20 und 21 sind aus einer seitlichen Öffnung des Mantels 14 herausgeführt und außen an eine gemeinsame Klemme 22 angeschlossen. Der mit den kalten Wärmeaustauschern 11 und 12 elektrisch leitend verbundene andere Anschluß ist mit 23 bezeichnet.

Der innere Durchmesser der hohlzylinderförmigen Einheiten 7 und 8 wird jeweils so gewählt, daß der Krümmungsradius der Folie noch keine Bruchgefahr der Thermoelement-Brücken und -Schenkel befürchten läßt. In dieser Anordnung wird nahezu die gesamte von der Wärmequelle 2 ausgestrahlte Wärme zur Energieumwandlung ausgenutzt.

Eine besonders vorteilhafte Gestaltung des Thermogenerators besteht darin, daß die Thermoelement-Einheiten 7 und 8 aus Trägern aufgewickelt sind, die auf beiden Flachseiten mit Elementen versehen sind, die vorzugsweise aufgedampft oder auch aufgesprüht sein können. Mit einer solchen Anordnung kann in einem Wickel mit gegebenem Außen- und Innendurchmesser eine größere Anzahl von Elementen untergebracht werden. Beim Aufwickeln des Trägers werden die Elemente jeweils durch eine Zwischenlage gegeneinander elektrisch isoliert. Es kann aber auch auf die Elemente wenigstens einer der beiden Seiten eine elektrisch isolierende Auflage aufgebracht sein, oder es können auch nur die Elemente mit einer elektrisch isolierenden Oberflächenschicht, die Siliziumoxid enthalten oder aus Siliziumoxid bestehen kann, versehen sein. Ferner können auch jeweils eine oder beide Seiten mit einer elektrisch isolierenden Lackschicht versehen sein.

209849/0306

- 8 -

- 8 -

Wesentlich ist nur, daß im fertigen Wickel ein elektrischer Kontakt zwischen den Elementen der verschiedenen Lagen vermieden wird.

In der Ausführungsform nach Fig.2 ist die Wärmequelle 2 in einem annähernd kugelförmigen Behälter 3 mit zwei inneren Kapselteilen 5 und zwei äußeren Schaleanteilen 4 angeordnet, die jeweils mit einem Flansch 6 versehen sind. Die beiden Flansche 6 liegen jeweils mit einer Flachseite aneinander. Sie können zweckmäßig unlösbar miteinander verbunden, beispielsweise an ihrem Außenrand miteinander verlötet oder verschweißt sein. Die von den Flanschen 6 eingeschlossenen Behälterteile können vorzugsweise jeweils als Kugelkalotte oder als Halbkugel gestaltet sein, weil eine Kugel das günstigste Verhältnis von Oberfläche zu Volumen hat. Ferner ist es möglich, diese inneren Gehäuseteile als Kegelstumpf mit einer gemeinsamen Grundfläche oder wenigstens einander zugewandten Grundflächen zu gestalten. Die Deckfläche eines solchen Kegelstumpfs kann wiederum als Kugelkalotte gestaltet sein. Die Gestaltung hat den Vorteil, daß einerseits die Bauhöhe der gesamten Anordnung vermindert wird, weil die hohlzylindrischen Thermoelementwickel 7 und 8 lediglich durch die verhältnismäßig dünne Schicht der Flansche 6 getrennt sind und somit die gesamte Bauhöhe die doppelte Länge der Thermoelementschenkel nicht wesentlich überschreitet.

Für die Funktion des Thermogenerators ist es ausreichend, wenn nur eines der Gehäuseteile 4 mit einem Flansch 6 versehen ist.

Unter Umständen kann es genügen, wenn nur einer der beiden Gehäuseteile 3 und 4 das Volumen des Behälters bildet, während das andere Teil lediglich den Deckel dieses Behälters darstellt. Dieser Deckel kann dann scheibenförmig gestaltet sein. Die Ausbildung der beiden Teile mit gewölbter Oberfläche ist jedoch günstiger, weil dann auch noch die von den an den Flansch 6 angrenzenden Gehäuseteilen abgestrahlte Wärme zu den Thermoelementschenkeln gelangt, wie es in der

Figur durch Pfeile angedeutet ist. Damit wird auch dieser Teil der Wärme zur Energieumwandlung ausgenutzt.

Der als Wärmequelle dienende Strahler 2 kann nahezu beliebig gestaltet sein. Plutonium 238 ist vorzugsweise als Wärmequelle geeignet, weil seine radioaktive Strahlung bereits durch Metallabschirmungen von einigen mm Stärke gebremst werden kann. Seine Halbwertszeit beträgt etwa 86 Jahre. Ein Generator mit dieser Wärmequelle hat deshalb eine verhältnismäßig lange Lebensdauer von wenigstens 10 Jahren. Es können aber auch andere Wärmequellen, beispielsweise Americium 242, verwendet werden.

Einen besonders guten Wirkungsgrad des Thermogenerators nach der Erfindung erhält man durch die Gestaltung der Schenkel 9 und Brücken 10 nach Fig.3 mit ihrem Träger in Mikrofilmtchnik. Die Schenkel und/oder die Brücken können vorzugsweise aufgedampft oder aufgesprüht sein. Dieses Schenkelmaterial wird vorzugsweise nach dem Aufdampfen auf den elektrisch isolierenden Träger getempert, wodurch man die erwähnte Strukturumwandlung des Schenkelmaterials erhält. Die gleiche günstige Wirkung durch den Temperprozeß erhält man bei Verwendung von anderen Materialien, beispielsweise Indiumantimonid InSb. Ferner können als Schenkelmaterial Wismuttellurid oder andere Verbindungen verwendet werden. Besonders gute thermoelektrische Eigenschaften erhält man durch aufgedampftes Halbleitermaterial.

21 Patentansprüche
3 Figuren

Patentansprüche

- (1) Thermogenerator mit mehreren Thermoelementen, deren abwechselnd p- und n-leitende Schenkel zwischen dem Behälter einer radioaktiven Wärmequelle und einem kalten Wärmeaustauscher angeordnet sind, dadurch gekennzeichnet, daß zwei Thermoelement-Einheiten (7,8) mit Dünnschicht-Thermoelementen vorgesehen sind, die mit einer bandförmigen elektrisch isolierenden Zwischenlage jeweils zu einem Hohlzylinder aufgewickelt sind, und daß die die Heißeiten der Thermoelemente enthaltenden Enden der Einheiten (7,8) und die Form des Behälters (3) der Wärmequelle (2) so gestaltet sind, daß der Behälter (3) zwischen den Enden fixiert ist.
2. Thermogenerator nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Behälter (3) der Wärmequelle (2) aus einem Rotationskörper besteht, dessen zur Rotationsachse geneigte Boden- bzw. Deckfläche jeweils mit den Heißeiten der Thermoelemente in thermischem Kontakt steht.
3. Thermogenerator nach einem der Ansprüche 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Behälter (3) im wesentlichen die Form eines Doppelkegels mit gemeinsamer Grundfläche hat.
4. Thermogenerator nach einem der Ansprüche 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Behälter (3) die Form von zwei Kugelkalotten mit gemeinsamer Grundfläche hat.
5. Thermogenerator nach den Ansprüchen 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Behälter (3) mit wenigstens einem ringförmigen Flansch (6) versehen ist, auf dessen Flachseiten jeweils ein Ende der Thermoelement-Einheiten (7 bzw. 8) aufliegt, welche den Behälter (3) fixieren.

6. Thermogenerator nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Behälter (3) der Wärmequelle (2) doppelwandig ausgeführt ist.
7. Thermogenerator nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Behälterteile (4,5) aus verschiedenem Material bestehen.
8. Thermogenerator nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens einer der Schenkel (9) und/oder die Brücken (10) jedes der Thermoelemente aus Halbleitermaterial bestehen, das auf einen elektrisch isolierenden Träger aufgebracht ist.
9. Thermogenerator nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Schenkel- und/oder Brückenmaterial aufgedampft oder aufgesprüht ist.
10. Thermogenerator nach einem der Ansprüche 8 und 9, dadurch gekennzeichnet, daß ein streifenförmiger Träger vorgesehen ist, dessen beide Flachseiten mit Thermoelementen versehen sind.
11. Thermogenerator nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens eine der beiden Flachseiten nachträglich mit einer elektrisch isolierenden Auflage versehen ist.
12. Thermogenerator nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß nur das aufgedampfte Material mit einer elektrisch isolierenden Auflage versehen ist.
13. Thermogenerator nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Auflage aus Siliziumoxid besteht.
14. Thermogenerator nach einem der Ansprüche 11 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Auflage aus einer Lackschicht besteht.

15. Thermogenerator nach einem der Ansprüche 8 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß als Träger eine Kunststoff-folie vorgesehen ist, die mit den Thermoelementen zu einem Hohlzylinder aufgewickelt ist.
16. Thermogenerator nach einem der Ansprüche 8 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens einer der Schenkel (9) der Thermoelemente aus Zinkantimonid (ZnSb) besteht.
17. Thermogenerator nach den Ansprüchen 8 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens einer der Schenkel (9) der Thermoelemente aus Indiumantimonid (InSb) besteht.
18. Thermogenerator nach einem der Ansprüche 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Mantelfläche des Flansches (6) des Behälters (3) der Wärmequelle (2) von einem Wärmedämmstoff (24) umgeben ist.
19. Thermogenerator nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der von den Thermoelement-Einheiten (7,8) eingeschlossene Hohlraum einen Wärmedämmstoff (24) enthält.
20. Thermogenerator nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die kalten Wärmeaustauscher (11,12) durch ein Gehäuseteil (14) aus wärmeleitendem und elektrisch leitendem Material miteinander verbunden sind.
21. Thermogenerator nach einem der Ansprüche 1 bis 20 zur Stromversorgung eines Herzschrittmachers, dadurch gekennzeichnet, daß die kalten Wärmeaustauscher (11,12) wenigstens teilweise aus einer gewebeverträglichen Metallegierung bestehen.

-13.

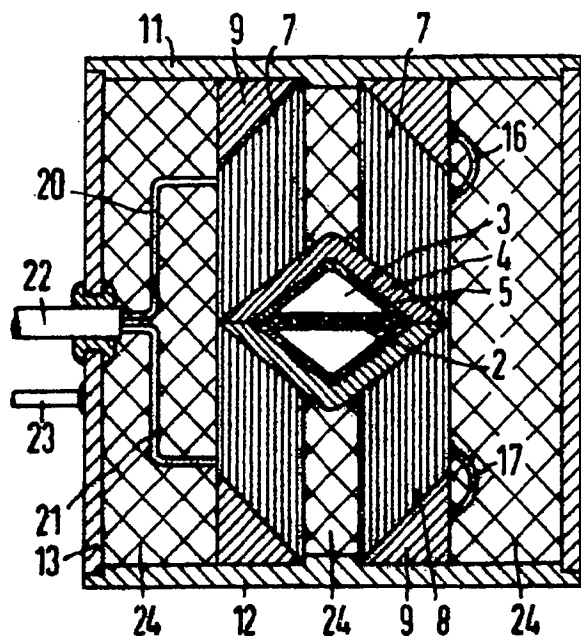


Fig. 1

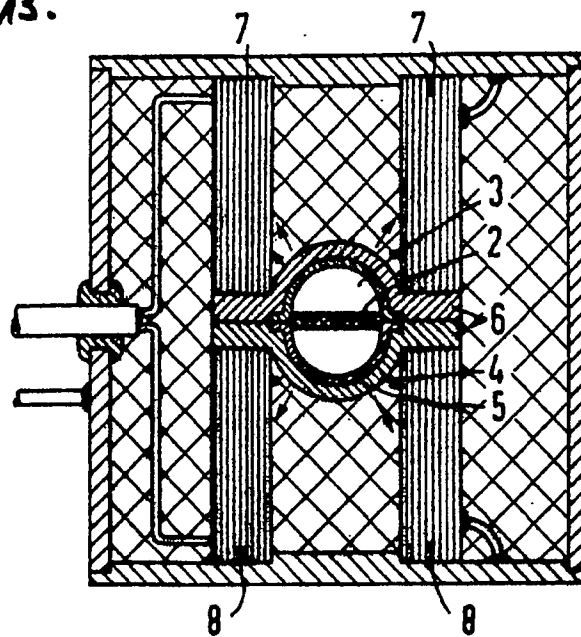


Fig. 2

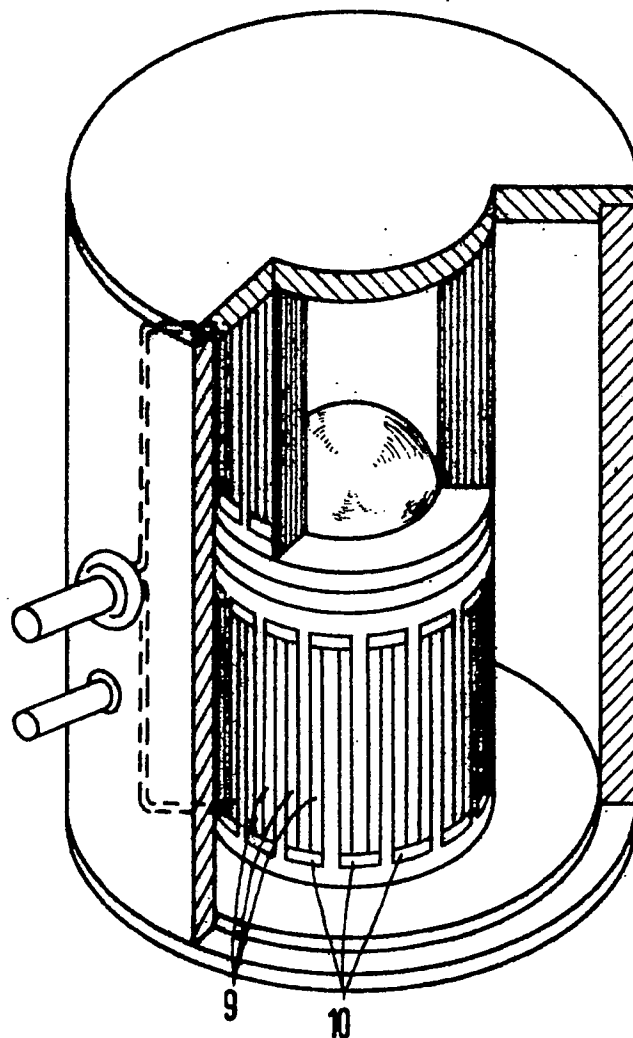


Fig. 3